

استخراج شاخصهای اصلی اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات: ایجاد یک مجموعه یکپارچه غنی از شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات^۱

پیام حنفی‌زاده *

محسن خدابخشی **

محمد رضا حنفی‌زاده ***

چکیده

در این مقاله، چهل و دو شاخص اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات^۲ با هدف پر کردن شکاف کمبود آمار و اطلاعات شاخصهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و پوشش نقاط ضعف شاخصهای اصلی موجود ارائه می‌شود. برای این منظور، شاخصهایی شناسایی و معرفی می‌شوند که در مدل‌های مختلف اجماع بیشتری درباره آنها وجود دارد. این امر با بکارگیری روشهای آنتروپی^۳، سنگریزه^۴ و پارتو^۵ انجام می‌گیرد. برای استخراج شاخصهای اصلی، در شرایط عدم وجود مقادیر عددی از دانش و اطلاعات سی و نه مدل بین‌المللی ارزیابی آمادگی الکترونیکی استفاده شده است. این شاخصها، سایر شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات را با تقریب خوبی پوشش می‌دهد و می‌توان از آنها به منظور اندازه‌گیری میزان توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات کشورها استفاده کرد. از مقایسه شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات بدست آمده و شاخصهای اصلی جهانی، می‌توان نتیجه گرفت که در شاخصهای اصلی جهانی به دو حوزه آموزش الکترونیکی و توانمند سازهای دنیای شبکه‌ای تأکید نشده است.

مفاهیم کلیدی: فناوری اطلاعات و ارتباطات^۶، شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات، آمادگی الکترونیکی^۷، جامعه اطلاعاتی^۸، روش آنتروپی، روش سنگریزه، روش پارتو

* - استادیار دانشگاه علامه طباطبایی

** - کارشناس ارشد مهندسی صنایع دانشگاه صنعتی اصفهان

*** - کارشناس شرکت مهندسی و مدیریت سیستم داتیس

مقدمه

امروزه فناوری ارتباطات و اطلاعات رشد و گسترش چشمگیری در بین کشورهای مختلف داشته و مزایای فراوانی را برای کشورها ایجاد کرده است (Mutula et al., 2006). به منظور جذب منافع ایجاد شده بوسیله فناوری اطلاعات و ارتباطات، باید این فناوری پیاده‌سازی، و به صورت کارآمدی استفاده شود (Bridges, 2005). از طرف دیگر، کشورها با این تهدید مواجه هستند که اگر شکاف دیجیتالی در حال رشد در داخل کشور و یا میان کشور خود با سایر کشورها را شناسایی نکنند، دچار عقب‌ماندگی شوند. این دو موضوع جایگاه فناوری اطلاعات و ارتباطات را در رشد و پیشرفت کشورها نشان می‌دهد و ضرورت دسترسی و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات را به خوبی مشخص می‌سازد. میزان دسترسی و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، آمادگی الکترونیکی نامیده می‌شود که حالت یا کیفیتی از آمادگی جامعه برای استفاده از فناوریهای الکترونیکی می‌باشد (Bridges, 2005).

رسیدن به سطح بالای آمادگی الکترونیکی و تبدیل چشم‌اندازها به گام‌های عملی که مناسب شرایط داخلی باشد، یک امر ساده نیست. آمادگی الکترونیکی، وقتی به صورت مناسبی در یک فرایند گسترده ارزیابی شود، اولین گام برای تبدیل اهداف بلندمدت به فعالیتهای برنامه‌ریزی شده می‌باشد که تغییرات واقعی را برای زندگی مردم به همراه دارد (Mutula et al., 2006). به دلیل اهمیت این موضوع، افراد، سازمانها و تشکلهای متعددی پیرامون ارزیابی آمادگی الکترونیکی کشورها، به ویژه کشورهای در حال توسعه به مطالعه و بررسی پرداخته‌اند و برای انجام این مهم از شاخصها و مدلهایی در این زمینه استفاده کرده‌اند (Bridges, 2005). اما به دلیل کمبود آمار و اطلاعات برای کلیه شاخصهای ارزیابی آمادگی الکترونیکی در بسیاری از کشورها، نیاز است که شاخصهایی ارائه شود که علاوه بر در دسترس بودن آمار و اطلاعات آنها، آمادگی الکترونیکی کشورها را به صورت مناسبی ارزیابی کند و همچنین قابلیت مقایسه بین کشورها را داشته باشند. برای پاسخ به این نیاز سازمان توسعه و همکاریهای اقتصادی^۹ در سال ۲۰۰۳، لیست اصلی شاخصهای اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات را ارائه کرد (OECD, 2003). بعد از آن کشورهای عضو کمیسیون اقتصادی و اجتماعی غرب

آسیا^{۱۱} و کشورهای کمیسیون اقتصادی آفریقا^{۱۲} در سال ۲۰۰۴ این شاخصها را ارائه کرده‌اند (UN, ESCWA, 2005). شاخصهای اصلی ارائه شده توسط سازمانهای مذکور تا سال ۲۰۰۴، همگی مختص یک منطقه خاص بوده است و به همین دلیل قابلیت تعمیم برای کل کشورها و سایر مناطق را ندارند. برای اولین بار در سال ۲۰۰۵، سازمان ملل متحد^{۱۳} شاخصهای اصلی جهانی را در پروژه "مشارکت در اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات برای توسعه"^{۱۴} ارائه داد (UN, 2005). در این گزارش نیز تنها به جنبه‌های محدودی از فناوری اطلاعات و ارتباطات پرداخته شده است. یکی از جنبه‌های که به آن توجهی نشده است، بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش است که شاخصهای اصلی مربوط به آن در سال ۲۰۰۶ توسط موسسه آمار یونسکو^{۱۵} ارائه شد (UNESCO, 2006). بنابراین شاخصهای اصلی که تاکنون ارائه شده است، یا برای یک منطقه خاص بوده است و یا به حوزه‌های محدودی از فناوری اطلاعات و ارتباطات توجه داشته‌اند. در این مقاله شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات از شاخصهای سی و نه مدل معتبر ارزیابی آمادگی الکترونیکی به گونه‌ای استخراج می‌شود که نقاط ضعف شاخصهای اصلی موجود را پوشش دهد.

ادبیات شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات

در سال ۲۰۰۳، سازمان توسعه و همکاریهای اقتصادی لیست اصلی شاخصهای اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات را ارائه کرد (OECD, 2003). این لیست که عرضه و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات را توصیف می‌کند، براساس تجربه جمع‌آوری آمار و اطلاعات شاخصها توسط سازمان توسعه و همکاریهای اقتصادی پیشنهاد شده است. همچنین برای کشورهای پیشرفته‌تر شاخصهای دیگری به این لیست اضافه شده است که پوشش وسیع‌تر و دقیق‌تری از شاخصهای اصلی را ارائه می‌کند. هدف این سازمان اساساً کشورهای غیر عضو سازمان توسعه و همکاریهای اقتصادی می‌باشد و مشکل اصلی در ارزیابی این کشورها این است که همه آنها در یک فاز از توسعه قرار ندارند. سازمان توسعه و همکاریهای اقتصادی در ابتدا توجه خود را به یک مجموعه از شاخصهای پایه‌ای معطوف نمود که تصویری از آمادگی فناوری اطلاعات و

ارتباطات یک کشور را ترسیم می‌کند. داده‌های این شاخصها معمولاً در سطح ملی جمع‌آوری شده و در پایگاه‌های داده بین‌المللی موجود است.

در سال ۲۰۰۴، احساس نیاز برای شاخصهای و اصلاح شده جامعه اطلاعاتی به یک ابتکار جهانی، زیر نام مشارکت در اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات برای توسعه در طول یازدهمین کنفرانس سازمان ملل در تجارت و توسعه انجامید (UN, 2005). هدف از این مشارکت که در کمیسیونهای منطقه‌ای سازمان ملل نقش کلیدی ایفا می‌کردند، این بود که ذینفعانی که به اندازه‌گیری آماری فناوری اطلاعات و ارتباطات علاقه‌مند شده‌اند را قادر سازد تا به نیروهایی برای کاهش شکاف آماری در سطوح بین‌المللی به خصوص در کشورهای در حال توسعه بپیوندند. این مشارکت دارای سه هدف اصلی زیر بوده است:

- توسعه مجموعه شاخصهای اصلی رایج فناوری اطلاعات و ارتباطات و شاخصهایی که مربوط به ذینفعان مختلف است.
- افزایش ظرفیت اداره‌های آمار ملی در کشورهای در حال توسعه و ایجاد رقابت برای توسعه برنامه‌های جمع‌آوری آمار در جامعه اطلاعاتی.
- توسعه یک پایگاه داده جهانی در زمینه شاخصهای فناوری اطلاعات و ارتباطات و در دسترس گذاشتن آنها روی اینترنت.

کمیسیونهای منطقه‌ای سازمان ملل چندین گام برای تکمیل اهداف مشارکت برداشته‌اند. در سال ۲۰۰۴، اداره‌های آماری ملی کشورهای عضو کمیسیون اقتصادی و اجتماعی غرب آسیا مجموعه شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات را در جریان کنفرانس "شاخصها و وضعیت جامعه اطلاعاتی در آسیای غربی"^{۱۵}، معرفی کردند (UN, ESCWA, 2005). این شاخصها به دو دسته شاخصهای جهانی (۲۶ شاخص) و شاخصهای منطقه‌ای (۸ شاخص) طبقه‌بندی شده‌اند. شاخصهای جهانی عبارتند از: زیرساخت اصلی و دسترسی، بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات، استفاده خانوارها، استفاده کسب و کارها و استفاده آموزش. ابعاد اصلی در بخش شاخصهای منطقه‌ای عبارتند از: خانوارها، چارچوبهای سیاسی و قانونی، محتوای محلی و دولت. در سال ۲۰۰۴، کشورهای عضو کمیسیون اقتصادی آفریقا نیز طی کنفرانسی، مجموعه‌ای از شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات مربوط به این منطقه را

پیشنهاد کردند (UN, ESCWA, 2005). این شاخصها که تعداد آنها ۶۲ عدد می‌باشند در ابعاد اصلی زیر دسته‌بندی شده‌اند: زیرساخت اصلی و دسترسی، بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات، خانوارها، کسب و کارها، آموزش، دولت، کشاورزی، بهداشت، شاخصهای مکمل، سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات و هزینه‌ها، موارد مربوط به محتوا و زبانهای محلی، موارد مربوط به ایمنی و برنامه‌ها و قوانین زیرساخت فناوری اطلاعات و ارتباطات ملی.

در سال ۲۰۰۵، سازمان همکاریهای اقتصادی و توسعه با همکاری اتحادیه جهانی مخابرات^{۱۶}، کنفرانس سازمان ملل در تجارت و توسعه^{۱۷}، یونسکو^{۱۸}، کمیسیون اقتصادی کشورهای آمریکای لاتین و حوزه دریای کارائیب^{۱۹}، سازمان ملل، کمیسیون اقتصادی اجتماعی کشورهای آسیای غربی سازمان ملل و دفتر آمار جامعه اروپایی^{۲۰} شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات را ارائه دادند (UN, 2005). این شاخصها نتایج فرآیند نظرسنجی وسیع انجام شده در پروژه "مشارکت در اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات برای توسعه" با اداره‌های آمار ملی^{۲۱} می‌باشند. این شاخصها در ۴ دسته طبقه‌بندی شده‌اند:

- زیرساخت و دسترسی فناوری اطلاعات و ارتباطات
- دسترسی و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات بوسیله افراد و خانوارها
- استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات بوسیله کسب و کارها
- بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات و تجارت در کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات

هدف اصلی ارائه این شاخصها کمک به کشورهایایی است که در حال توسعه پژوهشهای فناوری اطلاعات و ارتباطات هستند و افزودن سوالها برای تولید داده‌های قابل مقایسه بین‌المللی به مجموعه داده‌های موجود می‌باشد (UN, 2005).

در سال ۲۰۰۶، موسسه آمار یونسکو در مقاله‌ای شاخصهای اصلی فناوریهای اطلاعات و ارتباطات در بخش آموزش را ارائه کرد (UNESCO, 2006). این مقاله، بخشی از کمک موسسه آمار یونسکو به پروژه "مشارکت بین‌المللی اندازه‌گیری جامعه اطلاعاتی"^{۲۲} است. در این مقاله از اطلاعات موجود از پژوهشهای بین‌المللی در مدارس،

برای شناخت رایج‌ترین شاخصهای استفاده از فناوریهای اطلاعات و ارتباطات در بخش آموزش استفاده شده است. این مقاله مجموعه‌ای از شاخصهای رایج در پژوهشهای بین‌المللی که می‌توانند برای جمع‌آوری داده‌ها استفاده شوند را در سه بخش زیر دسته‌بندی می‌کند:

- فراوانی و نوع استفاده از فناوریهای اطلاعات و ارتباطات در بخش آموزش
- نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات در آموزش معلمان
- کافی بودن منابع مدارس برای توسعه فناوریهای اطلاعات و ارتباطات

بیان مسئله

دانشمندان علوم اجتماعی بر این باورند که ما هم اکنون در عصر اطلاعات زندگی می‌کنیم (INDIA, DIT, 2004)، عصری که در آن دانش و اطلاعات کالا به حساب می‌آیند (UN, 2005). پیدایش این عصر نتیجه تبدیل جوامع از حالت صنعتی به اطلاعاتی می‌باشد. کشورهای زیادی در تلاش هستند که به جرگه جامعه اطلاعاتی جهانی بپیوندند، جایی که همه افراد بدون تفاوت می‌توانند برای توسعه اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و سیاسی‌شان، اطلاعات را ایجاد، دریافت و از آن استفاده کنند (Mutula et al., 2006). اما حرکت به سمت جامعه اطلاعاتی نیازمند تلاشهای بسیاری است و فرآیند کنترل و ارزیابی پیشرفت در رسیدن به اهداف چنین جامعه‌ای حیاتی می‌باشد (UN, ESCWA, 2005).

به منظور درک اینکه آیا حرکت به سمت جامعه اطلاعاتی به طور واقعی آغاز شده است و یا اینکه فعالیتها در یک مسیر درست صورت می‌گیرد، می‌بایست معیارهایی جهت اندازه‌گیری میزان سازگاری عناصر یک جامعه برای پیاده‌سازی و بکارگیری فناوری اطلاعات و ارتباطات وجود داشته باشد. علاوه بر این بدون شناخت وضعیت کنونی شیوه‌های پیاده‌سازی و استفاده از فناوریهای اطلاعات و ارتباطات، نمی‌توان درکی از خطمشی‌های آینده داشت. استفاده از شاخص برای این منظور بخصوص در جهان در حال توسعه که در آن شکاف دیجیتالی یک مسئله مهم به شمار می‌آید، بسیار حیاتی می‌باشد (UN, ESCWA, 2005). شاخصها بازخوردی از سرمایه‌گذاری و

سیاستگذاری ملی و همچنین مشارکت و سرمایه‌گذاریهای خارجی در پروژه‌ها را فراهم می‌آورند.

آمارهای قابل مقایسه شاخصها در زمینه دسترسی و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، برای تنظیم کردن خط‌مشی‌ها و استراتژیهای مربوط به رشد قابلیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و بررسی و ارزیابی تاثیر آن روی توسعه‌های اقتصادی و اجتماعی، بسیار مهم می‌باشند (UN, 2005). اما آمارهای بین‌المللی و قابل مقایسه جامعه اطلاعاتی بخصوص در مورد کشورهای در حال توسعه بسیار محدود هستند. برای غلبه بر کمبود آمار موجود و بهبود دسترسی، کیفیت و قابلیت مقایسه اطلاعات آماری برای تجزیه و تحلیل جامعه اطلاعاتی، تعدادی از ذینفعان کلیدی (شامل چندین آژانس سازمان ملل و سازمانهای منطقه‌ای) به مشارکت در اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات برای توسعه پرداخته‌اند و شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات را ارائه کرده‌اند (ITU, 2006). آمار و اطلاعات این شاخصها توسط تمامی کشورها قابل جمع‌آوری است و اساسی برای آمارهای قابل مقایسه بین‌المللی در مورد جامعه اطلاعاتی ایجاد کرده است.

اما تغییرات سریع فناوری در حوزه‌های مختلف اطلاعات و ارتباطات و لزوم ارزیابی کاربردهای جدید به وجود آمده در این حوزه‌ها سبب شده است که مجموعه موجود شاخصهای اصلی، نهایی نباشد (UN, 2005). در واقع فرآیند ایجاد چنین مجموعه‌ای یک فرآیند پیوسته است و در طول زمان با جمع‌آوری آمار و اطلاعات شاخصها توسط کشورها و شکل‌گیری نیاز برای آمار و اطلاعات به منظور سیاستگذاری، شاخصها اصلاح، حذف یا اضافه می‌شوند (UN, 2005). از سویی دیگر با پیدایش مدلهای جدید ارزیابی آمادگی الکترونیکی که جنبه‌های نوظهور فناوری اطلاعات و ارتباطات را ارزیابی می‌کنند و همچنین با توجه به نقاط ضعف شاخصهای اصلی موجود (تمرکز بر منطقه خاص یا حوزه‌های محدودی از فناوری اطلاعات و ارتباطات)، ضرورت به روزرسانی شاخصهای اصلی بیش از پیش نمایان می‌شود.

سوالی که مطرح می‌شود این است که چگونه می‌توان شاخصهایی ارائه کرد که اصلی باشند، قابلیت ارزیابی جنبه‌های جدید فناوری و اطلاعات و ارتباطات را داشته باشند و

همچنین نقاط ضعف شاخصهای اصلی موجود را پوشش دهند؟ در این مقاله با بررسی ۳۹ مدل معتبر، ۱۶۷۶ شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات استخراج شده است که طی چهار مرحله، با استفاده از روشهای آنتروپی، سنگریزه و پارتو، شاخص اصلی ارزیابی فناوری اطلاعات و ارتباطات انتخاب می‌شوند.

روش پژوهش

این پژوهش از نظر هدف از نوع ارزیابی^{۲۳} می‌باشد. پژوهش ارزیابی نوعی پژوهش توصیفی است که به طور خاص برای بررسی مسائل اجتماعی پیچیده طراحی شده است (Walliman, 2001). اطلاعات مربوط به مدل‌های ارزیابی آمادگی الکترونیکی در این پژوهش، از طریق مطالعات کتابخانه‌ای و جستجوی اینترنتی گردآوری شده است.

الگوریتم ایجاد یک مجموعه یکپارچه از شاخصهای اصلی

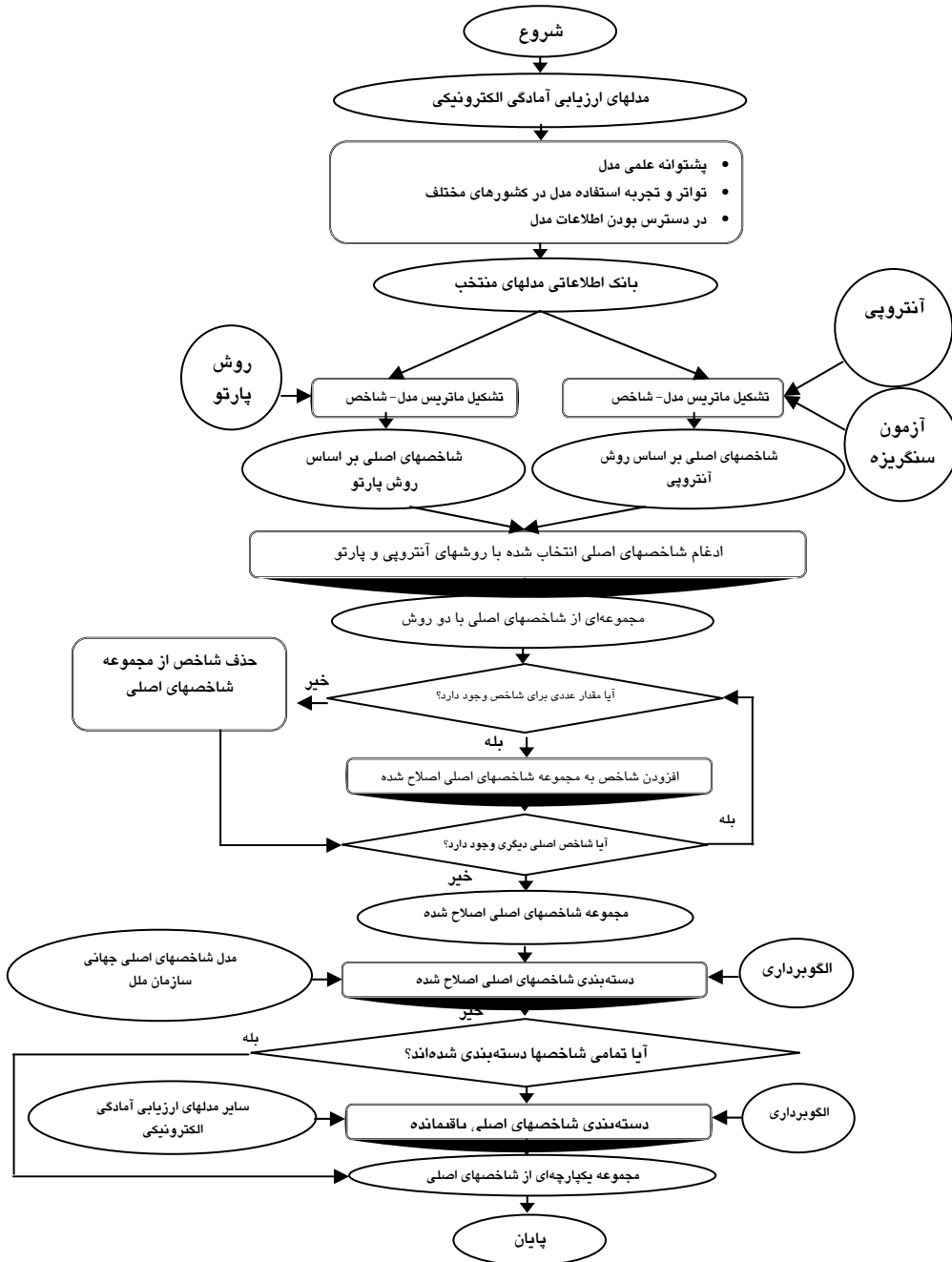
با مرور ادبیات کارهای انجام شده این نتیجه حاصل می‌شود که سازمانهای مختلف برای تعیین شاخصهای اصلی از نظرسنجی خبرگان استفاده کرده‌اند. از آنجا که دسترسی به خبرگان جهانی میسر نمی‌باشد، در این مقاله از دانش و اطلاعات مدل‌های معتبر و بین‌المللی ارزیابی آمادگی الکترونیکی به عنوان نظر خبرگان برای تعیین شاخصهای اصلی استفاده می‌شود. مزیت انجام این روش این است که از دانش تعداد زیادی از مدل‌های ارزیابی آمادگی الکترونیکی و در نتیجه از نظر خبرگان بیشتری استفاده شده است. بدین منظور ابتدا مدل‌های بین‌المللی ارزیابی آمادگی الکترونیکی بررسی و از میان آنها سی و نه مدل معتبر با توجه به سه معیار زیر مورد شناسایی قرار گرفته است:

- پشتوانه علمی مدل
 - تواتر و تجربه استفاده مدل در کشورهای مختلف
 - در دسترس بودن اطلاعات مدل
- در مرحله بعد ۱۶۷۶ شاخص از این مدل‌ها استخراج می‌شوند. با توجه به اینکه آمار و اطلاعات برای اغلب این شاخصها در کشورهای مختلف موجود نمی‌باشد، لذا برای انتخاب شاخصهای اصلی می‌بایست از روشهایی استفاده شود که به مقادیر عددی برای

شاخصها نیاز نداشته باشند. از آنجا که شاخصهای اصلی شاخصهایی هستند که توسط خبرگان سازمان ارائه‌دهنده آنها مورد توافق می‌باشند، لذا فراوانی شاخصها در مدلها معیار مناسبی را برای تعیین شاخصهای اصلی فراهم می‌سازد. رویکرد دیگر در صورت وجود نداشتن مقادیر عددی برای شاخصها، استفاده از اهمیت مدلها می‌باشد. لازم به ذکر است که فراوانی شاخصها در مدلها براساس تعاریف آنها تعیین می‌شود، به این معنی که اگر دو شاخص دارای عناوین مختلف ولی تعریف یکسانی باشند، آنگاه آن دو شاخص یکسان فرض می‌شوند. بعد از تعیین فراوانی شاخصها، تعداد ۱۲۳۶ شاخص متمایز بدست می‌آید که شاخصهای اصلی از آنها طی پنج مرحله زیر استخراج می‌شوند. شکل ۱ الگوریتم ایجاد یک مجموعه یکپارچه از شاخصهای اصلی را نشان می‌دهد.

مرحله اول: تعیین شاخصهای اصلی با استفاده از روش آنتروپی

در این مرحله ماتریس مدل - شاخص تشکیل و ضرایب اهمیت شاخصها براساس وزن حاصل از فراوانی آماری آنها در بکارگیری در مدلهای مختلف با استفاده از روش آنتروپی محاسبه می‌شوند (Saaty, 1990). برای تعیین ضریب اهمیت شاخصها با استفاده از روش آنتروپی، ابتدا ماتریس مدل - شاخص به صورت جدول ۱ تشکیل می‌شود.



شکل ۱ - الگوریتم ایجاد یک مجموعه یکپارچه از شاخصهای اصلی

جدول ۱- ماتریس مدل شاخص

فراوانی شاخصها	M_{39}	...	M_2	M_1	مدل / شاخص
$r_1 = \sum_{i=1}^{39} a_{1i}$	$a_{1\ 39}$	...	a_{12}	a_{11}	i_1
$r_2 = \sum_{i=1}^{39} a_{2i}$	$a_{2\ 39}$	...	a_{22}	a_{21}	i_2
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
$r_{1236} = \sum_{i=1}^{39} a_{1236\ i}$	$a_{1236\ 39}$	...	$a_{1236\ 2}$	$a_{1236\ 1}$	i_{1236}

شاخص i ام متعلق به مدل j ام است

$$a_{ij} = \begin{cases} 1 \\ 0 \end{cases} \quad \text{در غیر این صورت}$$

به طوریکه M_j مدل j ام، i_1 شاخص i ام و r_i فراوانی شاخص i ام می‌باشد. سپس با استفاده از روابط زیر ضرایب اهمیت شاخصها (λ_i) بدست می‌آید (Saaty, 1990):

$$P_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sum_{j=1}^{39} a_{ij}} \quad i = 1, \dots, 1236 \quad j = 1, \dots, 39 \quad (1)$$

$$\kappa = \frac{1}{\ln(39)} \quad (2)$$

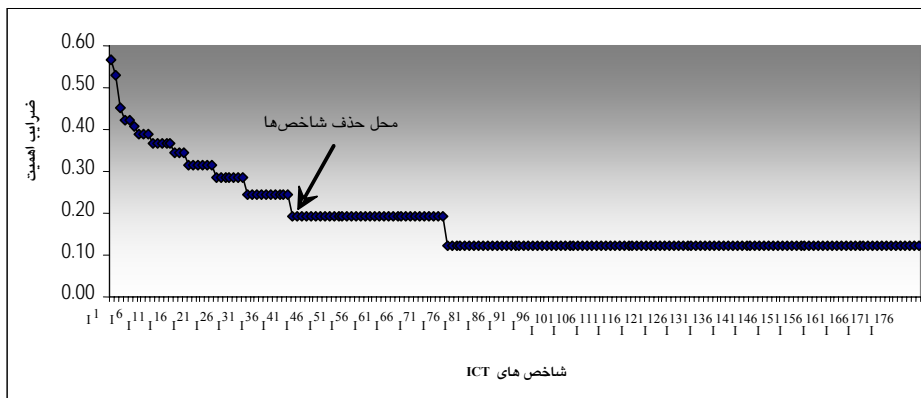
$$E_i = -\kappa \times \left[\sum_{j=1}^{39} (p_{ij} \times \ln p_{ij}) \right] \quad i = 1, \dots, 1236 \quad (3)$$

$$\lambda_i = \frac{E_i}{\sum_{i=1}^{1236} E_i} \quad i = 1, \dots, 1236 \quad (4)$$

با محاسبه ضرایب اهمیت، ۱۷۹ شاخص با ضرایب اهمیت بزرگتر از صفر انتخاب می‌شوند. با مطالعه و بررسی ۳۹ مدل نمونه، تعداد شاخصهای فناوری اطلاعات و ارتباطات این مدلها با سطح اطمینان ۹۹ درصد با استفاده از رابطه زیر بین ۳۳ الی ۶۵ شاخص بدست می‌آید:

$$\left(\mu - \frac{\sigma}{\sqrt{n}} t_{.005}, \mu + \frac{\sigma}{\sqrt{n}} t_{.005} \right) = \left(49.18 - \frac{47.39}{6.24} \times 2.704, 49.18 + \frac{47.39}{6.24} \times 2.704 \right) \quad (5)$$

بنابراین تعداد شاخصهای اصلی نمی‌بایست بیشتر از ۶۵ شاخص باشد، لذا تعداد شاخصهای انتخابی با استفاده از آزمون سنگریزه کاهش داده می‌شود (INDIA, DIT, 2004). این آزمون امکان غربال شاخصهایی را فراهم می‌کند که از حداقل ضریب اهمیت برخوردار باشند. در این آزمون ابتدا ضرایب اهمیت شاخصها در یک نمودار خطی ترسیم می‌شود. سپس از محلی که شیب نمودار تغییر می‌کند، شاخصهایی که دارای پایین‌ترین ضریب اهمیت بوده و تعداد آنها کمتر از ۶۵ باشند انتخاب می‌شوند. شکل ۲۱ نحوه انجام آزمون سنگریزه را نشان می‌دهد.



شکل ۲- نحوه انجام آزمون سنگریزه

با انجام این آزمون تعداد ۴۰ شاخص با بالاترین ضرایب اهمیت انتخاب می‌شوند. پیوست ۱ ضرایب اهمیت شاخصهای انتخاب شده را نشان می‌دهد.

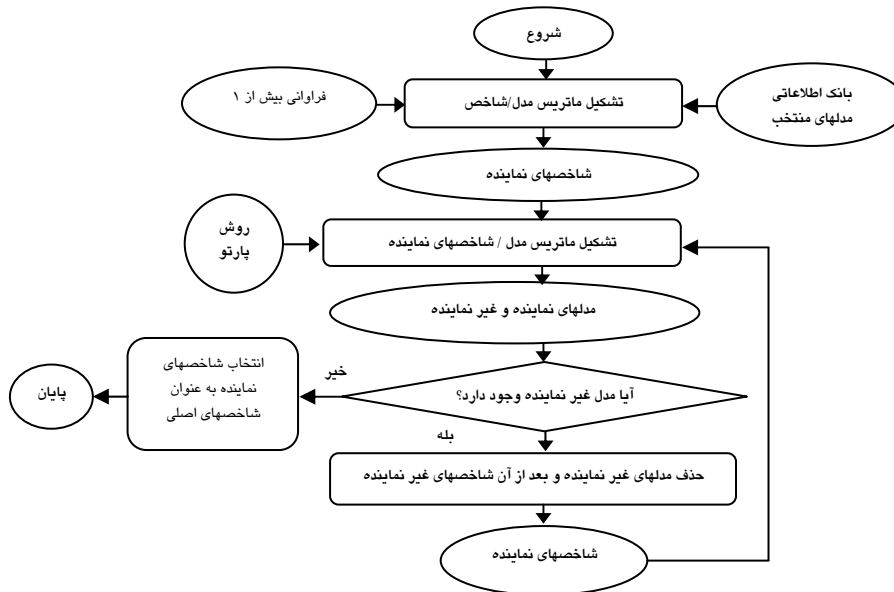
مرحله دوم: تعیین شاخصهای اصلی با استفاده از روش پارتو

در روش آنتروپی برای تعیین شاخصهای اصلی به فراوانی شاخصها توجه شده است و شاخصهای با فراوانی بالاتر، اولویت بیشتری برای انتخاب شدن به عنوان شاخصهای اصلی داشته‌اند. در الگوریتم ارائه شده در این قسمت، اولویت شاخصها بر اساس داشتن فراوانی بیش از ۱ و حضور در مدلهای نماینده تعیین می‌شود. برای تعیین مدلهای نماینده، ابتدا مدلهای بر اساس تعداد شاخصهای با فراوانی بیش از ۱ (شاخصهای نماینده) مرتب می‌شوند، سپس اولین مدلهایی که مجموعاً حداقل ۸۰ درصد از شاخصهای نماینده در آنها قرار داشته باشند به عنوان مدلهای نماینده انتخاب می‌شوند. این مدلهای به این دلیل دارای اهمیت می‌باشند که تعداد بیشتری از شاخصهای آنها می‌توانند به عنوان شاخصهای اصلی انتخاب شوند. همچنین فراوانی بیش از یک، از آن جهت در نظر گرفته شده است که شاخصهای اصلی مورد توافق خبرگان مرتبط با حداقل دو مدل می‌باشند.

روش اصلی استفاده شده در این قسمت نمودار پارتو می‌باشد (Besterfield, 1995). نمودار پارتو یک نمودار تصویری است که دسته‌های داده را به ترتیب نزولی از چپ به راست مرتب می‌کند. روش استفاده از نمودار پارتو شامل ۴ گام زیر است (Besterfield, 1995):

۱. مبنای دسته‌بندی داده‌ها، تعداد شاخصهای نماینده در هر مدل می‌باشد.
 ۲. مبنای درجه‌بندی نمودار، فراوانی شاخصهای نماینده در هر مدل می‌باشد.
 ۳. داده‌ها را دسته‌بندی، به ترتیب نزولی مرتب می‌کنیم.
 ۴. نمودار را رسم کرده و مدلهای غیر نماینده را تعیین می‌کنیم.
- در الگوریتم ارائه شده در این قسمت تنها شاخصهای نماینده در نظر گرفته شده است. در هر مرحله، با استفاده از روش پارتو مدلهای نماینده انتخاب شده و سپس سایر مدلهای حذف می‌شوند. در نتیجه حذف این مدلهای، شاخصهای نماینده‌ای که به شاخصهای غیر نماینده تبدیل شده‌اند نیز حذف می‌شوند. استفاده از نمودار پارتو فرآیندی مستمر است و هر مرحله تا زمانی تکرار می‌شود که کلیه شاخصهای نماینده در داخل مدلهای نماینده قرار گیرند. در نهایت شاخصهای نماینده به عنوان شاخصهای اصلی انتخاب

می‌شوند. بر خلاف روش آنتروپی، در این الگوریتم فراوانی بالاتر سبب اولویت بیشتر برای یک شاخص نمی‌شود. شکل ۳ الگوریتم تعیین شاخصهای اصلی با استفاده از روش پارتو را نشان می‌دهد.



شکل ۳ - الگوریتم استخراج شاخصهای اصلی

جدول و نمودارهای پیوست ۲ و ۳ مراحل تعیین شاخصهای اصلی با استفاده از روش پارتو را نشان می‌دهد. قسمت غیره که در شکلها با OT نشان داده شده است، مدل‌های غیر نماینده می‌باشند. جدول ۲ جزئیات هر مرحله از اجرای الگوریتم را نشان می‌دهند.

مرحله سوم: ادغام شاخصهای اصلی انتخاب شده با روشهای آنتروپی و پارتو
 در مراحل اول و دوم دو رویکرد متفاوت برای استخراج شاخصهای اصلی مورد استفاده قرار گرفت و به ترتیب ۴۰ و ۲۶ شاخص اصلی بدست آمد که تعداد ۱۹ شاخص از آنها مشترک می‌باشند. در مرحله اول از تکرار و تواتر استفاده از شاخصها در مدل‌های مختلف برای استخراج شاخصهای اصلی استفاده می‌شود و برای تمامی مدلها اهمیت

یکسان در نظر گرفته شده است. در واقع شاخصهای با فراوانی یکسان از اولویت برابری برای انتخاب شدن به عنوان شاخصهای اصلی برخوردار هستند. در مرحله دوم برای پوشش این نقطه ضعف، اهمیت شاخصها بر اساس حضور در مدلهای نماینده تعیین می‌شوند. در این مرحله فراوانی بالاتر شاخصها اولویت بیشتری برای انتخاب شدن به عنوان شاخصهای اصلی بوجود نمی‌آورد. در این قسمت به منظور اینکه هر دو رویکرد استخراج شاخصهای اصلی که مکمل یکدیگر می‌باشند، در نظر گرفته شوند، شاخصهای انتخاب شده در این مراحل با هم ادغام می‌شوند. با ادغام شاخصهای مراحل ۱ و ۲، مجموعه‌ای از ۴۷ شاخص اصلی با دو رویکرد مختلف بدست می‌آید.

جدول ۲- جزئیات هر مرحله از اجرای الگوریتم

مرحل	تعداد مدلهای نماینده	تعداد مدلهای غیر نماینده	تعداد شاخصهای نماینده	تعداد شاخصهای غیر نماینده	درصد شاخصهای نماینده موجود در مدلهای نماینده
پیش از اجرا	۳۹	۱۷۹	۱۰۵۲	-	-
مرحله ۱	۲۳	۱۶	۱۴۶	۳۳	۸۲
مرحله ۲	۱۶	۷	۱۲۵	۲۱	۸۱
مرحله ۳	۱۲	۴	۹۶	۲۹	۸۳
مرحله ۴	۹	۳	۷۵	۲۱	۸۳/۵
مرحله ۵	۷	۲	۶۴	۱۱	۸۴/۴
مرحله ۶	۶	۱	۵۱	۱۳	۹۰/۵
مرحله ۷	۵	۱	۴۵	۶	۹۰
مرحله ۸	۴	۱	۳۶	۹	۸۴
مرحله ۹	۳	۱	۲۶	۱۰	۸۰/۴
مرحله ۱۰	۳	۰	۲۶	۰	۱۰۰

مرحله چهارم: اصلاح شاخصهای اصلی ادغام شده

هدف اصلی از ارائه شاخصهای اصلی، کاهش شکاف داده‌ای و آماری فناوری اطلاعات و ارتباطات بوسیله تنظیم استانداردها و هماهنگ‌سازی آمارهای فناوری اطلاعات و ارتباطات در سطح جهان می‌باشد (UN, 2005). لذا شاخصها می‌بایست این قابلیت را داشته باشند که آمارها و اطلاعات آنها در تمامی کشورها به عنوان یک پایه قابل مقایسه در سطح بین‌المللی وجود داشته باشند (UN, 2005). در این قسمت وجود آمار و اطلاعات برای هر شاخص در سازمانهای بین‌المللی جهانی نظیر اتحادیه جهانی مخابرات، مجمع جهانی اقتصاد، کنسرسیوم سیستمهای اینترنت، سازمان ملل متحد،

موسسه اکونومیست، بانک جهانی و موسسه آماری یونسکو که اکثریت کشورها را پوشش می‌دهند، بررسی شده‌است و در صورت عدم وجود مقادیر عددی، آن شاخص حذف می‌شود. استفاده از پایگاه‌های داده بین‌المللی موجود، قابلیت مقایسه و قابلیت اطمینان نتایج را آسانتر و موانع جمع‌آوری داده در کشورها را حداقل می‌کند (UNESCO, 2006). شاخصهای حذف شده در جدول ۳ با رنگ مشکی مشخص شده‌اند.

مرحله پنجم: ایجاد مجموعه یکپارچه‌ای از شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات

پس از اصلاح شاخصهای اصلی، این شاخصها با الگوبرداری از مدل‌های ارزیابی آمادگی الکترونیکی دسته‌بندی می‌شوند. مفهوم الگوبرداری در این قسمت، فرآیند مستمر شناسایی، درک و تطبیق بهترین تعاریف از حوزه‌های مختلف فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌باشد که منجر به استخراج جامع‌ترین تعریف برای دسته‌بندی شاخصهای اصلی می‌شود.

با مقایسه حوزه‌های مختلفی که توسط شاخصهای اصلی ارزیابی می‌شوند و حوزه‌های ارائه شده در گزارش سازمان ملل با عنوان "مشارکت در اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات برای توسعه" که تنها گزارش ارائه شاخصهای اصلی جهانی می‌باشد، مشخص می‌شود که این گزارش دو جنبه بسیار مهم ارزیابی آمادگی الکترونیکی با عناوین آموزش الکترونیکی و توانمندسازهای دنیای شبکه‌ای را نادیده گرفته است. اهمیت این حوزه‌ها در ارزیابی آمادگی الکترونیکی به شرح زیر می‌باشد.

اهمیت آموزش الکترونیکی در ارزیابی آمادگی الکترونیکی

آموزش یک مولفه کلیدی برای حرکت یک کشور به سمت مشارکت کامل و فعال در جامعه اطلاعاتی جهانی می‌باشد (ITU, 2003). بررسیها نشان می‌دهد که موسسه‌های آموزشی می‌توانند نقش مهمی به عنوان مکانهای دسترسی به اینترنت داشته باشند. پژوهشها همچنین مشخص می‌کنند که اتصال مدارس و فراهم آوردن دسترسی آن لاین برای دانش‌آموزان در کشورهای در حال توسعه تاثیر زیادی در افزایش تعداد کاربران

فناوری اطلاعات و ارتباطات (ITU, 2003) و بهبود آمادگی الکترونیکی دارند (ARMENIA, 2003). حتی با یک رویکرد خاص، آمادگی الکترونیکی به صورت توانایی موسسه‌های آموزش عالی و ظرفیت ذینفعان سازمان آموزشی (مدیران، افراد کلیدی فناوری اطلاعات و ارتباطات، معلمان و دانش‌آموزان) برای ایجاد فرصتهای آموزش الکترونیکی با بکارگیری فناوریهای کامپیوتری تصور می‌شود (Machado, 2007). با توجه به تعریف مرکز توسعه بین‌المللی دانشگاه هاروارد از آمادگی الکترونیکی، مشخص می‌شود که بدون ادغام فناوری اطلاعات و ارتباطات در سیستم آموزشی نمی‌توان به طور کامل به آمادگی الکترونیکی دست یافت (HARVARD, 2000). در نتیجه یکی از جنبه‌های مهم آمادگی الکترونیکی، آموزش الکترونیکی می‌باشد که باید در ارزیابی آمادگی الکترونیکی به آن توجه شود.

اهمیت توانمندسازهای دنیای شبکه‌ای در ارزیابی آمادگی الکترونیکی

توانمند سازهای دنیای شبکه‌ای محرکهای کلیدی برای پیشرفت سریع در دنیای شبکه‌ای هستند (CSPP, 1998). یکی از مولفه‌های اصلی توانمند سازها که نقش حیاتی در آمادگی الکترونیکی دارد، امنیت اطلاعات در کسب و کار الکترونیکی است (CSPP, 1998; McConnell, 2000). در واقع می‌توان گفت ارزیابی میزان استفاده از تجارت الکترونیکی و اندازه‌گیری امنیت اطلاعات ارتباط تنگاتنگی با یکدیگر دارند (SIBIS, 2003).

امنیت شبکه و اطلاعات عناصر حیاتی برای نفوذ گسترده در جامعه اطلاعاتی می‌باشند (Statistics Denmark, 2003). اکثر افراد نگران این موضوع هستند که ارتباطات آنلاین به قدر کافی ایمن و خصوصی نیستند. حفاظت ناکافی از اطلاعات شخصی، موانع زیادی را برای تبادل اطلاعات به وجود می‌آورد. اگر این مسائل امنیتی با سرعت شناسایی شوند، جوامع بهتر می‌توانند از مزایای دنیای شبکه‌ای بهره‌مند شوند و به آمادگی الکترونیکی برسند (CSPP, 1998).

یکی دیگر از مولفه‌های اصلی توانمند سازهای دنیای شبکه‌ای که در ارزیابی آمادگی الکترونیکی از جمله موارد اساسی به حساب می‌آید، سیاستها و چارچوبهای قانونی در

زمینه فناوری اطلاعات و ارتباطات است که به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات توسط کشورها تاثیر می‌گذارد (CSPP, 1998; USAID, 2000). قوانین قدیمی و محافظت ضعیف از تولید، نگهداری و انتشار اطلاعات، محیط نامناسبی را برای اداره کسب و کار الکترونیکی ایجاد می‌کند (McConnell, 2000). اگر سیاستها و رویه‌ها از کسب و کار الکترونیکی پشتیبانی کنند، بازگشت سرمایه بیشتر خواهد بود (McConnell, 2000). بنابراین با تدوین قوانین به روز و سیاستهای مناسب می‌توان محیط مناسبی برای کسب و کار الکترونیکی ایجاد کرد و زمینه بهبود آمادگی الکترونیکی را فراهم آورد.

علاوه بر حوزه‌های نادیده گرفته شده در گزارش جهانی سازمان ملل، در برخی از حوزه‌های مشترک، تعدادی شاخص اصلی وجود دارد که در این گزارش آورده نشده است. در این قسمت با افزودن شاخصها و حوزه‌های نادیده گرفته شده به شاخصهای اصلی گزارش سازمان ملل، مجموعه‌ای یکپارچه از شاخصهای اصلی بدست می‌آید که این شاخصها، به صورت دقیق‌تر و وسیع‌تری می‌توانند فناوری اطلاعات و ارتباطات را ارزیابی کنند.

جدول ۳ شاخصهای اصلی سازمان ملل، شاخصهای اصلی استخراج شده و شاخصهای حذف شده را نشان می‌دهد.

جدول ۳- شاخصهای اصلی سازمان ملل، شاخصهای اصلی استخراج شده و شاخصهای حذف شده

منبع	شاخصهای اصلی مرحله ۲	شاخصهای اصلی مرحله ۱	شاخصهای اصلی سازمان ملل	شاخص	بعد
ITU ^{۳۳}	✓	✓		تعداد کل خطوط تلفن به ازاء هر ۱۰۰ نفر	شاخصهای اصلی زیرساخت و دسترسی
	✓	✓	✓	تعداد خطوط تلفن ثابت به ازاء هر ۱۰۰ نفر	
	✓	✓	✓	تعداد مشترکان تلفن همراه سلولی به ازاء هر ۱۰۰ نفر	
			✓	درصد جمعیت تحت پوشش تلفن همراه سلولی	
	✓	✓	✓	تعداد کامپیوتر شخصی به ازاء هر ۱۰۰ نفر	
	✓	✓	✓	تعداد مشترکان اینترنت به ازاء هر ۱۰۰ نفر	
	✓	✓	✓	تعداد مشترکان اینترنت پهن باند به ازاء هر ۱۰۰ نفر	
	✓	✓	✓	پهنای باند اینترنت بین‌المللی به ازاء هر نفر	

استخراج شاخصهای اصلی اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات

ادامه جدول ۳

منبع	شاخصهای اصلی مرحله ۲	شاخصهای اصلی مرحله ۱	شاخصهای اصلی سازمان ملل	شاخص	بعد
ITU/ WEF ^{b/} /ISC ^{c/} /UNCTAD ^{d/}		✓		تعداد میزبانان اینترنت به ازای هر ۱۰۰۰۰ نفر	
	✓	✓		تعداد ارائه‌دهندگان خدمات اینترنتی (ISP)	
EIU ^{e/}		✓		جمعیت دارای دسترسی به اینترنت به ازاء هر ۱۰۰ نفر	
	✓		✓	درصد مظهرای با مراکز دسترسی اینترنت عمومی (PIACs) به ازاء هر نفر (شهری/روستایی)	
ITU	✓			ترافیک وارده مکالمات تلفن بین‌الملل (برحسب دقیقه)	
ITU	✓	✓		ترافیک ارسالی مکالمه‌های تلفن بین‌المللی (برحسب دقیقه)	
ITU	✓	✓		مدت زمان انتظار برای دریافت خط اصلی تلفن	
ITU	✓			تعداد خرابی‌ها به ازاء هر ۱۰۰ خط اصلی در سال	
WB ^{f/}		✓		هزینه‌ها و مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات به ازاء هر نفر (درصدی از تولید ناخالص داخلی)	
WB		✓		هزینه مکالمه تلفن بین‌المللی	
	✓	✓	✓	تعرفه دسترسی به اینترنت (۲۰ ساعت در ماه)، برحسب دلار آمریکا و به صورت درصدی از درآمد سرانه	
WEF		✓		میزان دسترسی به اینترنت	
			✓	تعرفه تلفن همراه سلولی (۱۰۰ دقیقه استفاده در ماه)، برحسب دلار آمریکا و به صورت درصدی از درآمد سرانه	
ITU/ WEF	✓			تعداد تلفن‌های همگانی (عمومی)	
ITU	✓	✓		مشترکین تلویزیون کابلی به ازاء هر ۱۰۰۰ نفر	
	✓	✓	✓	تعداد دستگاه‌های رادیو به ازاء هر ۱۰۰ نفر	
	✓	✓	✓	تعداد دستگاه‌های تلویزیون به ازاء هر ۱۰۰ نفر	
			✓	نسبت خانوارهای دارای یک رادیو	شاخصهای اصلی دسترسی و استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات بوسیله
		✓	✓	نسبت خانوارهای دارای یک تلویزیون	
			✓	نسبت خانوارهای دارای یک خط تلفن ثابت	
			✓	نسبت خانوارهای دارای یک تلفن همراه سلولی	
			✓	نسبت خانوارهای دارای یک کامپیوتر	
			✓	نسبت افرادی که در ۱۲ ماه گذشته (در هر مکان) از کامپیوتر استفاده کرده‌اند.	
		✓	✓	نسبت خانوارهای دارای دسترسی به اینترنت در خانه	
			✓	نسبت افرادی که در ۱۲ ماه گذشته (در هر مکان) از اینترنت استفاده کرده‌اند.	
				مکان استفاده افراد از اینترنت در ۱۲ ماه گذشته:	
			✓	(a) در خانه، (b) در محل کار، (c) در مکان آموزشی، (d) در خانه فرد دیگر، (e) در امکانات عمومی دسترسی به اینترنت، (f) در امکانات تجاری دسترسی به اینترنت، (g) در سایر مکانها	

فصلنامه علوم مدیریت ایران، سال دوم، شماره ۵، بهار ۱۳۸۶

ادامه جدول ۳

منبع	شاخصهای اصلی مرحله ۲	شاخصهای اصلی مرحله ۱	شاخصهای اصلی سازمان ملل	شاخص	بعد
			✓	<p>نوع فعالیت اینترنتی صورت گرفته توسط افراد در ۱۲ ماه گذشته:</p> <ul style="list-style-type: none"> • جمع‌آوری اطلاعات: (a) در مورد کالا یا خدمات، (b) مربوط به سلامت یا خدمات پزشکی (c) از سازمانهای دولتی/منابع عمومی از طریق وب سایت یا ایمیل و (d) اطلاعات دیگر یا جستجو در وب سایتها • برقراری ارتباط • خرید یا سفارش کالا یا خدمات • بانکداری اینترنتی • فعالیتهای آموزشی یا یادگیری • تعامل با سازمانهای دولتی/مراجع عمومی 	
			✓	<ul style="list-style-type: none"> • فعالیتهای تفریحی: (a) بازی/دانلود تصاویر یا بازی‌های کامپیوتری (b) دانلود فیلم، موزیک یا نرم‌افزار (c) خواندن/دانلود کتابهای الکترونیکی، روزنامه یا مجلات و (d) دیگر فعالیتهای تفریحی 	خانوارها و افراد
			✓	نسبت افراد استفاده‌کننده از یک تلفن همراه	
			✓	نسبت خانوارهای با دسترسی به اینترنت بر حسب نوع دسترسی	
			✓	فراوانی دسترسی به اینترنت توسط افراد در ۱۲ ماه گذشته (در هر مکان):	
			✓	(a) حداقل یک بار در روز (b) حداقل یک بار در هفته اما نه هر روز (c) حداقل یک بار در ماه اما نه هر هفته (d) کمتر از یک بار در ماه	
			✓	نسبت خانوارهای دارای الکترونیسته	
WEF		✓		وجود خدمات عمومی آن لاین برای شهروندان	
EIU	✓	✓		نسبت کسب و کارهای دارای کامپیوتر شخصی	
			✓	نسبت کسب و کارهای استفاده‌کننده از کامپیوتر	
			✓	نسبت کارمندان استفاده‌کننده از کامپیوتر	شاخصهای اصلی استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات
EIU		✓		نسبت کسب و کارهای دارای دسترسی به اینترنت	توسط کسب و کارها
		✓		نسبت کسب و کارهای با دسترسی پرسرعت به اینترنت	
		✓	✓	نسبت کسب و کارهای استفاده‌کننده از اینترنت	
	✓		✓	نسبت کارمندان استفاده‌کننده از اینترنت	
	✓	✓	✓	نسبت کسب و کارهای دارای یک وب	
		✓	✓	نسبت کسب و کارهای دارای اینترنت	

استخراج شاخصهای اصلی اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات

ادامه جدول ۳

منبع	شاخصهای اصلی مرحله ۲	شاخصهای اصلی مرحله ۱	شاخصهای اصلی سازمان ملل	شاخص	بعد
	✓	✓	✓	نسبت کسب و کارهایی که از طریق اینترنت سفارش دریافت می‌کنند	شاخصهای اصلی بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات و تجارت کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات
	✓	✓	✓	نسبت کسب و کارهایی که از طریق اینترنت سفارش می‌دهند	
			✓	نسبت کسب و کارهای استفاده‌کننده از اینترنت بر حسب نوع دسترسی	
		✓	✓	نسبت کسب و کارهای دارای یک شبکه محلی (LAN)	
		✓	✓	نسبت کسب و کارهای دارای یک اکسترانت	
				نسبت کسب و کارهای استفاده‌کننده از اینترنت بر حسب نوع فعالیت	
			✓	ارسال و دریافت ایمیل	
			✓	جمع‌آوری اطلاعات: (a) در مورد کالا یا خدمات، (b) از سازمانهای دولتی/منابع عمومی از طریق وب سایت یا ایمیل (c) جستجوی اطلاعات دیگر یا فعالیتهای پژوهشی	
			✓	انجام بانکداری الکترونیکی یا دسترسی به دیگر خدمات مالی	
				تعامل با سازمانهای دولتی/مراجع عمومی ارائه خدمات به مشتری تحویل محصولات به صورت آنلاین	
		✓	✓	نسبت کل نیروی کار بخش تجارت که در بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات فعال هستند	شاخصهای اصلی استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات در بخش آموزش
			✓	ارزش افزوده بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات (به عنوان درصدی از کل ارزش افزوده بخش تجاری)	
			✓	واردات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات به صورت درصدی از کل واردات	
		✓	✓	صادرات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات به صورت درصدی از کل صادرات	
		✓		درصد مدارس دارای وب سایت	شاخصهای اصلی توانمندسازی سازمانهای دنیای شبکه‌ای
WEF/ UIS ⁴¹	✓	✓		درصد مدارس متصل به اینترنت	
IDC/ UIS		✓		تعداد کامپیوتر به ازاء هر ۱۰۰ دانش‌آموزان	
WEF		✓		وجود قوانین مرتبط با فناوری اطلاعات و ارتباطات	شاخصهای اصلی توانمندسازی سازمانهای دنیای شبکه‌ای
WEF		✓		وجود قوانین مرتبط با حق دارایی معنوی	
WEF		✓		رقابت میان ارائه‌دهندگان خدمات اینترنتی (ISP)	
WEF		✓		تعداد سرورهای امن به ازاء یک میلیون نفر	
	✓			تعداد وبسایتهای محلی/ ملی به ازاء هر ۱۰۰۰ نفر	

ادامه جدول ۳

منبع	شاخصهای اصلی مرحله ۲	شاخصهای اصلی مرحله ۱	شاخصهای اصلی سازمان ملل	شاخص	بعد
	✓			تعداد نرم افزارهای توسعه داده شده به زبان محل	
	۲۶	۴۰	۴۲	تعداد کل شاخصها	

- a/ International Telecommunication Union
- b/ World Economic Forum
- c/ Internet Systems Consortium
- d/ United Nations Conference on Trade And Development
- e/ Economist Intelligence Unit
- f/ World Bank
- g/ UNESCO Institute for Statistics

نتیجه‌گیری

- شاخصهایی که در این پژوهش استخراج شده است دارای ویژگی‌های زیر می‌باشند:
- یکی از ویژگیهای مهم این شاخصها، استخراج آنها در شرایط عدم وجود مقادیر عددی شاخصها می‌باشد.
 - انتخاب شاخصهای اصلی جهانی که در سال ۲۰۰۵ توسط سازمان ملل ارائه شد، با نظرسنجی از خبرگان ۱۱ سازمان بین‌المللی ارزیابی آمادگی الکترونیکی انجام گرفته است. برای استخراج شاخصهای اصلی از دانش و اطلاعات ۳۹ مدل بین‌المللی ارزیابی آمادگی الکترونیکی استفاده شده است. در واقع سعی شده است که به طور غیرمستقیم از نظر خبرگان بیشتری برای استخراج این شاخصها استفاده شود.
 - شاخصهای اصلی استخراج شده در این پژوهش، شاخصهای اصلی فناوری اطلاعات و ارتباطات را با تقریب خوبی پوشش می‌دهد. جدول ۴، تعداد و درصد شاخصهای اصلی استخراج شده، مشترک با شاخصهای اصلی موجود را نشان می‌دهد.
 - بر اساس گزارش سازمان جهانی مخابرات (ITU, 2003)، مناسبترین شاخصها برای ارزیابی آموزش الکترونیکی که هم توسعه‌های جهانی را منعکس می‌کند و هم داده‌های آنها در تعداد زیادی از کشورها موجود باشد عبارتند از: نسبت دانش‌آموز به کامپیوتر و درصد مدارس متصل به اینترنت. شاخصهای اصلی استخراج شده بخش آموزش الکترونیکی در این پژوهش نیز به همین شاخصها اشاره دارد که این موضوع، تاییدی

استخراج شاخصهای اصلی اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات

مضاعف بر صحت روشهای استفاده شده برای استخراج شاخصهای اصلی بخش آموزش الکترونیکی می‌باشد.

جدول ۴- تعداد و درصد شاخصهای اصلی استخراج شده، مشترک با شاخصهای اصلی موجود

سازمانهای ارائه‌دهنده شاخصهای اصلی	تعداد شاخصها	تعداد شاخصهای مشترک با شاخصهای اصلی استخراج شده	درصد شاخصهای مشترک با شاخصهای اصلی استخراج شده
سازمان ملل	۴۲	۲۱	۵۰
کمیسیون اقتصادی و اجتماعی غرب آسیا	۳۴	۱۵	۴۴
کمیسیون اقتصادی آفریقا	۶۲	۲۵	۴۰
سازمان توسعه و همکاریهای اقتصادی	۵۵	۲۳	۴۲

• از آنجا که شاخصهای اصلی از بین شاخصهای ارائه شده توسط سازمانهای بین‌المللی استخراج شده است، در نتیجه می‌توان آنها را به منظور اندازه‌گیری میزان توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات کشورها استفاده کرد.

پی‌نوشت‌ها:

۱- بخشی از این پژوهش نتیجه پروژه تحقیقاتی ملی "تهیه و تدوین شاخصهای توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات در ایران و ارائه راهکارهای استخراج آنها" می‌باشد که به سفارش مرکز تحقیقات مخابرات ایران به شماره قرارداد ۵۰/۶۳۳۹/ت، توسط نویسندگان و همکارانشان انجام شده است. در این پروژه نویسنده اول، مجری و مدیر پروژه بوده است.

- 2- Core ICT Indicators
- 3- Antropy
- 4- Scree Test
- 5- Pareto
- 6- Information and Communication Technology (ICT)
- 7- E-Readiness
- 8- Information Society
- 9- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)

- 10- Economic and Social Communication for Western Asia (ESCWA)
- 11- Economic Commission for Africa (ECA)
- 12- United Nations (UN)
- 13- Partnership on Measuring ICT for Development
- 14- UNESCO Institute for Statistics
- 15- Roundtable on Information Society Indicators and Profiles for Western Asia
- 16- International Telecommunication Union (ITU)
- 17- United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD)
- 18- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO)
- 19- United Nations Economic Commission for Latin America and the Caribbean (UNECLAC)
- 20- Statistical Office of the European Communities (EUROSTAT)
- 21- National Statistical Office (NSO)
- 22- International Partnership for Measuring the Information society
- 23- Evaluation

منابع

- Asian Pacific Economic Corporation(APEC).(2000).**e-commerce readiness assessment guide**.
- Besterfield, D. etal. (1995). **Total Quality Management**, U.S.A.: Printice Hall International, Inc
- Bridges. (2005). **E-readiness Assessment Tools Comparison**, Cape Town: Bridges.
- Center for International Development at Harvard University. (2000). **Readiness for the Networked World, A Guide for Developing Countries**, Cambridge: Harvard University.
- City of Seattle Department of Information Technology & the Citizens Telecommunications and Technology Advisory Board. (2000). **Information technology indicators for a healthy community**, Seattle, WA: City of Seattle Department of Information Technology.
- Computer Systems Policy Project. (1998). **Readiness Guide for Living in the Networked World**.
- Department of Information Technology (DIT). (2004). **INDIA: E-Readiness Assessment Report**.
- Economist Intelligence Unit. (2006). **The 2006 e-readiness rankings**, London: EIU.
- European Commission. (2000). **List of E-Europe Benchmarking indicators**, Bruxelles: European Commission.

- _____. (2005). **The European E-Business Report**, Bruxelles: European Commission.
- European Community. (2004). **BISER E-Europe Regions Benchmarking Report**, Bruxelles: European Community.
- European Union. (2005). **E-Europe 2005: Benchmarking Indicators**, Bruxelles: European Union.
- International Data Corporation. (2000). **The 2000 IDC/World Times Information Society Index**, Geneva: IDC.
- International Telecommunication Union. (2002). **Digital Access Index**, Geneva: ITU.
- _____. (2005). **Key indicators of the telecommunication/ ICT sector**, Geneva: ITU.
- _____. (2005). **measuring digital opportunity**, Geneva: ITU.
- International Telecommunication Union, **Telecommunication Indicators Handbook**, Geneva: ITU.
- _____. (2006). **World telecommunication/ ICT Development Report**, Geneva: ITU.
- _____. (2003). **World Telecommunication Development Report**, Geneva: ITU.
- Machado, C. (2007). Developing an e-readiness model for higher education institutions: results of a focus group study, **British Journal of Educational Technology**, 38 (1): 72-82.
- McConnell International E-readiness Report. (2000). **Risk E-Business: Seizing the Opportunity of Global E-Readiness**.
- Mutula, S., et al. (2006). An evaluation of e-readiness assessment tools with respect to information access: Towards an integrated information rich tool. **International Journal of Information Management**, 26: 212-223.
- Nordic Council of Ministers. (2005). **Indicators for the Information Society in the Baltic Region**, Copenhagen: NCM.
- Orbicom. (2003). **From the Digital Divide to Digital Opportunities**, Montreal: Orbicom.
- Organization for Economic Co-operation and Development. (2003). **A proposal for a core list of indicators for ICT measurement**, Paris: OECD.
- _____. (1999). **defining and measuring e-commerce: a status report**, Paris: OECD.

- _____.(2005).**Guide to Measuring the Information Society**, Working Party on Indicators for the Information Society, Paris: OECD.
- _____.(2005). **Key ICT Indicators**, Paris: OECD.
- _____.(2002b).**Measuring ICT Usage and Electronic Commerce in Households/ by Individuals. A Model Questionnaire**.
- Republic of Armenia. (2003). **E-Learning Assessment, Development Gateway Foundation Country Gateway Implementation Grant on Armenia Development Gateway Implementation**.
- Saaty, L. (1990). **Decision Making for leaders**, RWS Publications
- Southern African Development Community (SADC) .(2002).**SADCA E-Readiness Review and Strategy**, Johannesburg: SADC.
- Statistical Indicators Benchmarking the Information Society (SIBIS). (2003). **Benchmarking E - Government in Europe and the US**, Bruxelles: European Commission.
- _____.(2002).**E - Europe Evaluation and Benchmarking Report 2001**, Bruxelles: European Commission.
- _____.(2003).**New eEurope Indicator Handbook**, Bruxelles: European Com-mission.
- Swedish International Development Cooperation Agency. (2001). **A Three-Country ICT Survey for Rwanda, Tanzania and Mozambique**, Stockholm: SIDCA.
- United Nations Conference on Trade and Development. (2003). **Information and communication technology (ICT) development indices**, New York:UN.
- United Nations. (2005). **core ICT indicators, Partnership on Measuring ICT for Development**, New York:UN.
- _____.(2005).**Information Society Indicators**, New York: UN.
- _____.(2003). **UN Global E-government Survey 2003**, New York: UN.
- United Nations Development Programme (UNDP). (2001). **human deve-lopment report 2001**, New York:UN.
- _____.(2001). **ICT and Human Development: Towards Building a Composite Index for Asia**, New York:UN.
- United Nations economic commission for Europe. (2002). **country readiness assessment report: concept, outline, benchmarking and indicator**, New York:UN.

- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2004). **Performance Indicators on ICT Use in Education project**, New York:UN.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization Institute for Statistics. (2006). **ICTs and Education Indicators: Suggested core indicators based on metaanalysis of selected International School Surveys**, New York:UN.
- United States Association for International Development. (2000). **Republic of Armenia: ICT Assessment**.
- Walliman, N. (2001). **your research project**. London: SAGE Publications.
- Wolcott, P., et al. (1996). **The Information Technology Capability of Nations: A Framework for Analysis, Working Paper**, The MOSAIC Group.
- World Bank. (2005). **The Knowledge Assessment Methodology and Scorecards, Knowledge for Development Program**, Washington: WB.
- _____. (2001). **World Development Indicators**, Washington: WB.
- World Economic Forum. (2001). **The Networked Readiness Index: Measuring the Preparedness of Nations for the Networked World**, France: WEF.
- World Information Technology and Services Alliance. (1999). **International Survey of Electronic Commerce**, London: SIDA.

پیوستها

پیوست ۱ - ضرایب اهمیت شاخصهای انتخابی با استفاده از روش آنتروپی

ضریب اهمیت	نام شاخص	ردیف
۰/۵۷	ضریب نفوذ کاربران اینترنت	۱
۰/۵۳	ضریب نفوذ تلفن همراه	۲
۰/۴۵	ضریب نفوذ کامپیوتر شخصی	۳
۰/۴۲	ضریب نفوذ پهن باند	۴
۰/۴۲	ضریب نفوذ تلفن ثابت	۵
۰/۴۱	هزینه دسترسی به اینترنت	۶
۰/۳۹	مشترکین تلویزیون کابلی	۷
۰/۳۹	درصد کسب و کاری که سفارشهای مربوط به کالاها یا خدمات را از طریق شبکه‌های کامپیوتری ارائه می‌دهند	۸
۰/۳۹	تعداد تلویزیون	۹
۰/۳۷	دسترسی افراد به اینترنت	۱۰

ردیف	نام شاخص	ضریب اهمیت
۱۱	پهنای باند اینترنت بین‌الملل	۰/۳۷
۱۲	درصد کسب و کارهای دارای دسترسی به اینترنت	۰/۳۷
۱۳	تعداد کل خطوط تلفن به ازاء هر ۱۰۰ نفر	۰/۳۷
۱۴	تعداد رادیو	۰/۳۷
۱۵	درصد کسب و کارهای دارای وب سایت	۰/۳۴
۱۶	مدارس دارای دسترسی به اینترنت	۰/۳۴
۱۷	ضریب نفوذ میزبانان اینترنت	۰/۳۴
۱۸	درصد کسب و کاری که سفارشهای مربوط به کالاها یا خدمات را از طریق شبکه‌های کامپیوتری دریافت می‌کند.	۰/۳۲
۱۹	مدت زمان انتظار برای دریافت خط اصلی تلفن	۰/۳۲
۲۰	درصد کسب و کارهای استفاده‌کننده از اینترنت	۰/۳۲
۲۱	وجود قوانین حقوقی مربوط به فناوری اطلاعات و ارتباطات	۰/۳۲
۲۲	تعداد ارائه‌دهندگان خدمات اینترنتی	۰/۳۲
۲۳	تعداد کامپیوترها برای هر ۱۰۰ دانش‌آموز	۰/۳۲
۲۴	وجود خدمات عمومی آن‌لاین برای شهروندان	۰/۲۸
۲۵	درصد کسب و کارهای دارای اینترنت	۰/۲۸
۲۶	درصد کسب و کارهای دارای کامپیوتر شخصی	۰/۲۸
۲۷	درصد خانوارهای دارای دسترسی به اینترنت	۰/۲۸
۲۸	هزینه‌ها و مخارج فناوری اطلاعات و ارتباطات (درصدی از تولید ناخالص داخلی)	۰/۲۸
۲۹	تعداد سرورهای امن	۰/۲۸
۳۰	وجود رقابت موثر میان تامین‌کنندگان خدمات اطلاعاتی و ارتباطی	۰/۲۸
۳۱	درصد کسب و کارهای دارای اکسترانت	۰/۲۴
۳۲	صادرات کالاهای فناوری اطلاعات و ارتباطات به صورت درصدی از کل صادرات	۰/۲۴
۳۳	درصد خانوارهای دارای تلویزیون	۰/۲۴
۳۴	درصد کسب و کارهای دارای شبکه داخلی	۰/۲۴
۳۵	بنگاههای با دسترسی پرسرعت به اینترنت	۰/۲۴
۳۶	هزینه ۳ دقیقه مکالمه بین‌المللی	۰/۲۴
۳۷	ترافیک ارسالی مکالمات تلفن بین‌المللی (برحسب دقیقه)	۰/۲۴
۳۸	درصد مدارس دارای وبسایت اطلاعاتی	۰/۲۴
۳۹	وجود قوانین مرتبط با حق دارایی معنوی	۰/۲۴
۴۰	توان یا میزان دسترسی به اینترنت	۰/۲۴

استخراج شاخصهای اصلی اندازه‌گیری فناوری اطلاعات و ارتباطات

پیوست ۲- مراحل اجرای روش پارتو

کدهایی که برای نشان دادن مدلها در شکلها استفاده شده است به صورت جدول زیر می‌باشد.

کد	مدل عنوان	منبع
M1	EIU - The 2006 e-readiness rankings	EIU2, 006
M2	APEC- e-commerce readiness assessment guide	APEC, 2000
M3	McConnell - Risk E-Business: Seizing the Opportunity of Global E-Readiness	McConnell, 2000
M4	SIDA - A Three-Country ICT Survey for Rwanda, Tanzania and Mozambique	SIDA, 2001
M5	ITU - Key indicators of the telecommunication/ICT sector	ITU, 2005
M6	WB - Knowledge Assessment Methodology	WB, 2005
M7	CSPP - Readiness Guide for Living in the Networked World	CSPP, 1998
M8	WEF - Networked Readiness Index	WEF, 2001
M9	WB - World Development Indicators	WB, 2001
M10	IDC - Information Society Index	IDC, 2000
M11	USAID - Republic of Armenia: ICT Assessment	USAID, 2000
M12	UNESCO - Performance Indicators on ICT Use in Education project	UNESCO, 2006
M13	European Community- BISER eEurope Regions Benchmarking Report	European Community, 2004
M14	UN - Information Society Indicators	UN, 2005
M15	SADC - SADC e-Readiness Review and Strategy	SADC, 2002
M16	UNDP - ICT and Human Development: Towards Building a Composite Index for Asia	UNDP, 2001
M17	European Commition - List of eEurope Benchmarking indicators	European Commition, 2000
M18	SIBIS-eEurope Evaluation and Benchmarking Report	SIBIS, 2001
M19	Nordic Council of Ministers - Indicators for the Information Society in the Baltic Region (2005)	Nordic Council of Ministers, 2005
M20	ITU - World Telecommunication Development Report	ITU, 2006
M21	UNCTAD - ICT development indices	UNCTAD, 2003
M22	UN - country readiness assessment report	UN, 2002
M23	UN - UN Global E-government Survey 2003	UN, 2003
M24	UNDP - Technology Achievement Index	UNDP, 2001
M25	ORBICOM - From the Digital Divide to Digital Opportunities	ORBICOM, 2003
M26	SIBIS - Benchmarking e-Government in Europe and the US	SIBIS, 2003
M27	SIBIS - New eEurope Indicator Handbook	SIBIS, 2003